

附件 3

# 《氯碱工业废水处理工程技术规范》

(征求意见稿) 编制说明

《氯碱工业废水处理工程技术规范》编制组

二〇一三年十一月

项目名称：氯碱工业废水处理工程技术规范

项目统一编号：2011-14

承担单位：中国环境保护产业协会、浩蓝环保股份有限公司、中国氯碱工业协会

编制组主要成员：燕中凯、潘远来、刘媛、井鹏、潘泉、练文标、方银娥、梁燕芳、刘东升、范红波、徐婧喆

标准所技术管理负责人：姚芝茂

标准处项目负责人：范真真

# 目 次

1 任务来源.....	37
2 标准制订必要性、编制原则和依据.....	37
3 主要工作过程.....	39
4 国内外相关标准研究.....	40
5 同类工程现状调研.....	41
6 主要技术内容及说明.....	46
7 标准实施的环境效益与经济技术分析.....	68
8 标准实施建议.....	70

## 1 任务来源

2011年,环境保护部下达了《关于开展2011年度国家环境技术管理项目工作的通知》(环办函[2011]565号),其中提出了制订《氯碱工业废水处理工程技术规范》(项目编号2011-14)标准的任务。由中国环境保护产业协会、浩蓝环保股份有限公司、中国氯碱工业协会共同承担该标准的编制工作。

## 2 标准制订必要性、编制原则和依据

### 2.1 标准制订的必要性

氯碱工业废水的主要特点是污染物种类复杂、冲击负荷较大、悬浮物浓度高、含盐量较高、缺乏氮磷营养盐,大部分是酸(碱)性水,废水中的污染物呈溶解状态、悬浮状态或乳化状态,某些含氯化物的生产废水具有持久不散的特殊气味,处理难度大。目前国内许多氯碱企业均建成了废水处理设施,但由于设计、运行和管理等方面存在一定的问题,导致许多废水处理工程处理效果并不理想,一些处理工程甚至无法正常稳定运转等。现阶段氯碱工业废水处理的主要问题是缺乏废水处理工程设计、施工、验收、运行与维护的技术标准、规范指导,因此制订氯碱工业废水处理工程技术规范的迫切性显得尤为突出。

为贯彻《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》(GB15581-1995),保证氯碱工业废水处理工程发挥应有的作用,必须制订相应的废水处理工程技术规范,对我国氯碱工业废水处理技术进行归纳统一,规范处理工程的建设和运行。

我国在氯碱行业的环境标准体系建设方面已做了大量的工作,编制了《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》(GB15581-1995)、《清洁生产标准 氯碱工业(烧碱)》(HJ475-2009)和《清洁生产标准 氯碱工业(聚氯乙烯)》(HJ476-2009)等。《氯碱工业废水处理工程技术规范》是我国环境技术管理体系的重要组成部分,是对氯碱行业环境保护管理体系的补充和完善。

本标准的制定符合新的环境标准体系要求,有利于促进行业发展,规范行业水污染防治工作,有效控制氯碱工业废水污染物的排放,保证《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》(GB15581-1995)的落实。

### 2.2 编制原则

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》,本标准的编制遵循下列基本原则:

#### (1) 实践性原则

通过参考大量国内外相关的污染治理技术资料 and 工程实例,分析总结氯碱工业废水处理工程实践经验和存在问题,按照工程技术规范编制总原则的要求,确定标准的结构和内容。

#### (2) 完整性原则

根据环境工程技术规范应服务于环境管理、运行管理以及工程设计与验收的要求,在内容的安排上,本标准针对氯碱废水治理,以工艺路线为基础,内容力求完整、无缺漏,体现污染控制全过程管理。内容涉及设计、施工、验收、运行管理等各个环节,尽可能全面考虑该行业废水治理所涉及的各种技术要求和环境管理要求。

#### (3) 科学性原则

标准的工艺方法分类科学、层次清晰、结构合理,并具有一定的可分解性和可扩展空间。

#### (4) 先进实用与可操作性原则

标准的技术内容能够代表氯碱行业先进的污染控制技术和治理水平的发展方向,具备标准化条件,并且已有成功的工程应用实例,突出了技术内容的针对性和合理性,以便落实在设计、施工、验收、运行与维护的各个环节。

### 2.3 编制依据

本标准编制的依据包括:

(1) 国家对工程建设环境保护的有关法律、法规,如《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》等;

(2) 国家环保部关于标准制修订工作的相关规定,如:《“十一五”国家环境保护标准规划》(国家环境保护总局文件环发〔2006〕20号)、《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国家环境保护总局公告2006年第41号)、《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》(国家环境保护总局公告 2007年 第17号)和《关于开展2011年度国家环境技术管理项目工作的通知》(环办函〔2011〕565号)等;

(3) 相关标准、规范和管理办法,如《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》(GB15581-1995)、《建设项目(工程)竣工验收办法》(计建设〔1990〕1215号)、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》(2002年国家环境保护总局)、《室外排水设计规范》(GB50014)、《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268)和《环境工程技术规范制订技术导则》(HJ526-2010)等;

(4) 国家有关氯碱产业的产业政策和相关规划,如《氯碱(烧碱、聚氯乙烯)行业准入条件》(中华人民共和国国家发展和改革委员会公告2007年第74号)、《关于印发聚氯乙烯等17个重点行业清洁生产技术推行方案的通知》(工信部第〔2010〕104号)、《关于印发电石法

聚氯乙烯行业汞污染综合防治方案的通知》(工信部第[2010]261号)和《氯碱行业“十二五”规划》(中国氯碱工业协会)等;

(5) 现行氯碱工业生产技术和装备的情况及发展趋势,不同生产原料、产品和工艺水平企业的废水排放源强及排污特点;

(6) 现行氯碱废水处理技术水平和趋势,处理设施和装备调查材料等;

(7) 氯碱废水处理工程治污效果、企业经济承载能力调查资料等。

### 3 主要工作过程

#### 3.1 工作过程

根据国家环境保护部2011年下达的《关于开展2011年度国家环境技术管理项目工作的通知》(环办函[2011]565号),由中国环境保护产业协会牵头,于2011年3月成立了由中国环境保护产业协会、浩蓝环保股份有限公司、中国氯碱工业协会组成的编制组,填报了计划任务书。

编制工作从国内外相关标准及文献资料调研开始,结合国内已经颁布实施的有关氯碱行业废水处理的标准规范,对氯碱废水治理工程的工艺流程、实际运行状况和处理效果等进行了调研,2011年9月完成《氯碱工业废水处理工程技术规范》开题报告和编制大纲,2011年12月按照编制大纲完成《氯碱工业废水处理工程技术规范(初稿)》和《氯碱工业废水处理工程技术规范编制说明(初稿)》,在此基础上于2012年3月在北京通过环境保护部科技标准司组织的开题论证会。

根据开题论证会精神,编制组成员经过氯碱企业现场调研、文献调研、专家咨询和必要的试验,在对调研资料进行汇总、分析的基础上,于2012年11月修订完成了《氯碱工业废水处理工程技术规范(征求意见稿)》和《氯碱工业废水处理工程技术规范编制说明(征求意见稿)》;并征求了多家具有氯碱废水治理工程经验的科研院所、学校和工程公司的意见;2013年3月,中国环境保护产业协会组织相关专家对标准征求意见稿进行了预审,编制组对各方面意见和建议进行汇集与整理,对标准初稿进行多次修改与完善,形成最终的征求意见稿和编制说明。

#### 3.2 技术路线

结合本标准主要内容的具体设置情况,在制订工作中,编制人员利用各自的工作条件、工作经历、外界客户、知识积累,开展相关的调查、研究、咨询、论证、试验、测试等工作,并通过对资料的分析研究和讨论,在充分掌握与标准有关的基本情况,形成征求意见稿,

主要准备工作内容包括：

- (1) 调研国内外氯碱行业资料；
- (2) 调研国内现有氯碱相关法律法规和技术标准；
- (3) 调研国内氯碱行业生产及污染物产生、治理和排放情况；
- (4) 分析污染控制的措施和达到的效果；
- (5) 分析废水处理工程各处理单元的技术控制指标；
- (6) 必要的试验、测试验证；
- (7) 环境、经济效益分析。

技术路线示意图见图1。

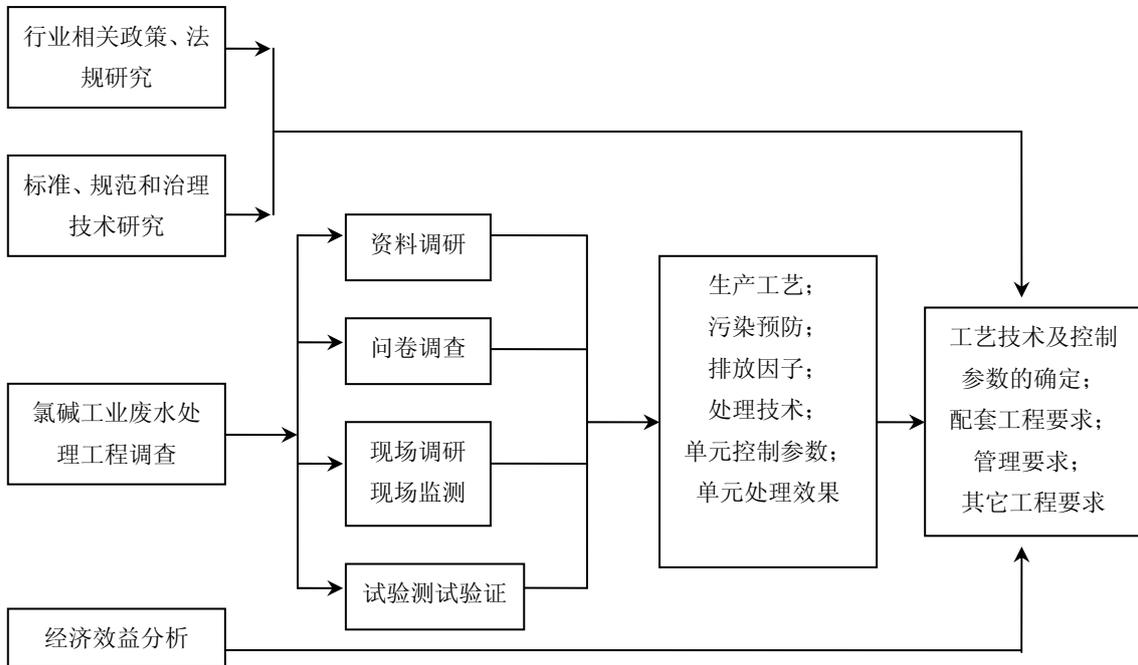


图1 氯碱工业废水处理工程技术规范制订的技术路线

#### 4 国内外相关标准研究

环境工程技术规范制定工作在国外已经开展多年，国际标准化组织和美国、法国、德国、日本等发达国家已经发布了数百项环境工程技术规范，各国与环境工程服务相关的技术标准是面向产品或服务的自愿性标准，其技术标准类型主要包括：基础标准、环境质量和污染物监测分析方法标准、产品与设施性能分析测试标准、环境工程服务技术标准以及环保产品标准等。

在我国，环保产业从上世纪70年代开始萌芽，80年代逐步发展，到90年代成熟壮大，环保产业经历了从无到有的发展历程，因此原来的建设部、化工部、机械部等多个部委都在各

自的行业内制订并发布了一些与环境工程相关的技术规范，包括国家标准和行业标准，上世纪90年代末期，伴随国务院机构改革、部委调整后，只有建设部仍然在环保标准方面做出较多工作，且主要是在污水、工业废水、垃圾处理等领域发布了较多的标准和技术规范。目前，环境保护部已颁布环境保护标准1129项，但其中仅有少部分与环境工程相关的技术规范，远远不能满足环境工程服务业发展和环境管理的要求。因此，从行业发展角度看，我国的环境保护工程技术规范还有待大力发展。

就氯碱工业废水处理工程技术规范而言，国外的工程建设和运行管理标准较少，但大部分国家都有专门的氯碱生产及污染控制标准体系，具有显著的行业特点，其中包含生产及防治污染的指导性技术文件，有些还有明确的工艺技术要求。如印度CPCB《氯碱工业生产排放限制标准》对氯碱工业生产的污染物排放标准进行了明确规定，欧盟IPPC《氯碱工业生产最佳可行技术指南》，欧盟氯组织工业协会《氯碱厂淘汰技术指南》，对氯碱行业清洁生产及处理技术提出了要求等。国内对氯碱工业清洁生产技术制定了详细的技术规范，如《清洁生产标准 氯碱工业（烧碱）》（HJ475-2009），《清洁生产标准 氯碱工业（聚氯乙烯）》（HJ476-2009）等；此外还制定了严格的氯碱废水的排放标准，如《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》（GB15581）、《氯碱厂（电解法制碱）卫生防护距离标准》等。然而对于氯碱废水及回用水处理工程设计进行规范的技术指导性文件基本欠缺。

## 5 同类工程现状调研

### 5.1 行业背景

#### 5.1.1 行业发展概况

我国是世界氯碱生产大国，氯碱工业是以盐和电为原料生产烧碱、氯气、氢气的基础原材料工业，产品种类多，关联度大，其下游产品达到上千个品种，具有较高的经济延伸价值。氯碱工业产品广泛应用于农业、石油化工、轻工、纺织、建材、电力、冶金、国防军工、食品加工等国民经济各命脉部门，在我国经济发展中具有举足轻重的地位。

“十二五”期间，国内氯碱行业发展迅速，2012年中国烧碱产量达到2698万t，聚氯乙烯产量达到1315万t；烧碱和聚氯乙烯产能、产量均居世界第一，成为名副其实的氯碱大国。目前世界烧碱总生产能力达到7800万t/a，其中产能主要集中在亚洲和北美，中国烧碱产能占世界的38.7%左右。世界聚氯乙烯总生产能力在4900万t，主要产地集中在亚洲，美洲和西欧地区，中国聚氯乙烯产能占世界的41.7%左右。

我国烧碱产能主要分布在山东、江苏、内蒙、河南、新疆、浙江、四川、山西和天津九

个省市区域，产能合计占总产能的69.95%。截止2012年9月，我国产烧碱生产企业176家，总产能达到3629万t/a，产能相比“十一五”初期增幅在146.74%，产量增幅在117.57%。我国氯碱行业中拥有百万吨级别的化工集团也在逐渐形成，对于区域性的单个烧碱生产企业而言，2012年9月进入我国烧碱产能40万t/a以上（含40万t/a）规模的企业已增至22家，占总产能的35.79%，相比2010年行业集中度进一步提高。烧碱生产工艺主要有离子膜法和隔膜法两种，造成严重环境污染的水银法已停止使用，由于离子膜法能耗较低，生产工艺先进、清洁，近几年发展较快，2012年底离子膜法产能所占比例已超过90%。

截止2012年12月底我国在产聚氯乙烯生产企业94家，总产能达到2340.5万t/a，产量1315万t。比2011年的2162.2万t的总产能增加178.3万t，增长速度8.3%。聚氯乙烯产能主要分布在山东、内蒙、河南、天津和新疆，我国共有3家企业的聚氯乙烯产能超过100万吨级水平，产能40万t/a以上（含40万t/a）规模的企业已增至19家，占总产能的48.62%。聚氯乙烯生产工艺主要有电石乙炔法和乙烯氧氯化法两种，电石乙炔法聚氯乙烯近几年发展较快，新扩建项目绝大部分都采用电石乙炔法工艺，2012年电石乙炔法产能占总产能的78.21%。

### 5.1.2 行业发展趋势

“十二五”期间，西北地区成为重要的氯碱生产基地。在七大区域的聚氯乙烯产能分布中，西北地区所占比例从2010年的8%上升到2012年的36.9%。新疆、内蒙两地聚氯乙烯产能比重分别达到了13.3%和13%。

产品需求方面：烧碱下游需求结构基本保持稳定，仍旧以轻工、化工、纺织、冶金为主。聚氯乙烯下游需求结构发生一些变化，受国内房地产及工业建设热潮拉动，管材、管件、型材、门窗等用量大幅提升，硬制品比例不断提高，软制品比例有所减少，主要消费区域仍集中在华东和华南地区。

原料方面：受氯碱行业的快速发展，原盐行业发展也呈现了一定的变化。海盐发展较慢，井矿盐和湖盐产能持续增长。电石是我国聚氯乙烯生产的主要原料，受能源、资源和物流因素影响，在煤、电发达的中西部地区形成了几个大型的电石产地，中西部地区的电石乙炔法聚氯乙烯生产企业相比东部地区具有较为明显的成本优势。自2008年开始，电石行业受国家政策影响，落后产能相继被淘汰，行业产能过剩、产能分布零散的状况得到一定程度的改观。乙烯氧氯化法聚氯乙烯生产的主要原料有乙烯、二氯乙烷和氯乙烯，这些原料大部分依靠进口，产能主要集中在东部地区。

产业布局方面：生产重心向中西部转移的趋势日益明显，中西部地区氯碱企业发展过程中呈现出了显著的资源导向的特征，而东部地区企业依靠其悠久的发展历史、成熟的市场经

验在发展过程中体现出了明显的市场导向特征。

生产技术方面：烧碱生产工艺不断优化，2012年离子膜法产能所占比例已提高到90%。

## 5.2 行业废水污染情况

### 5.2.1 生产工艺及产污分析

#### (1) 烧碱生产产污分析

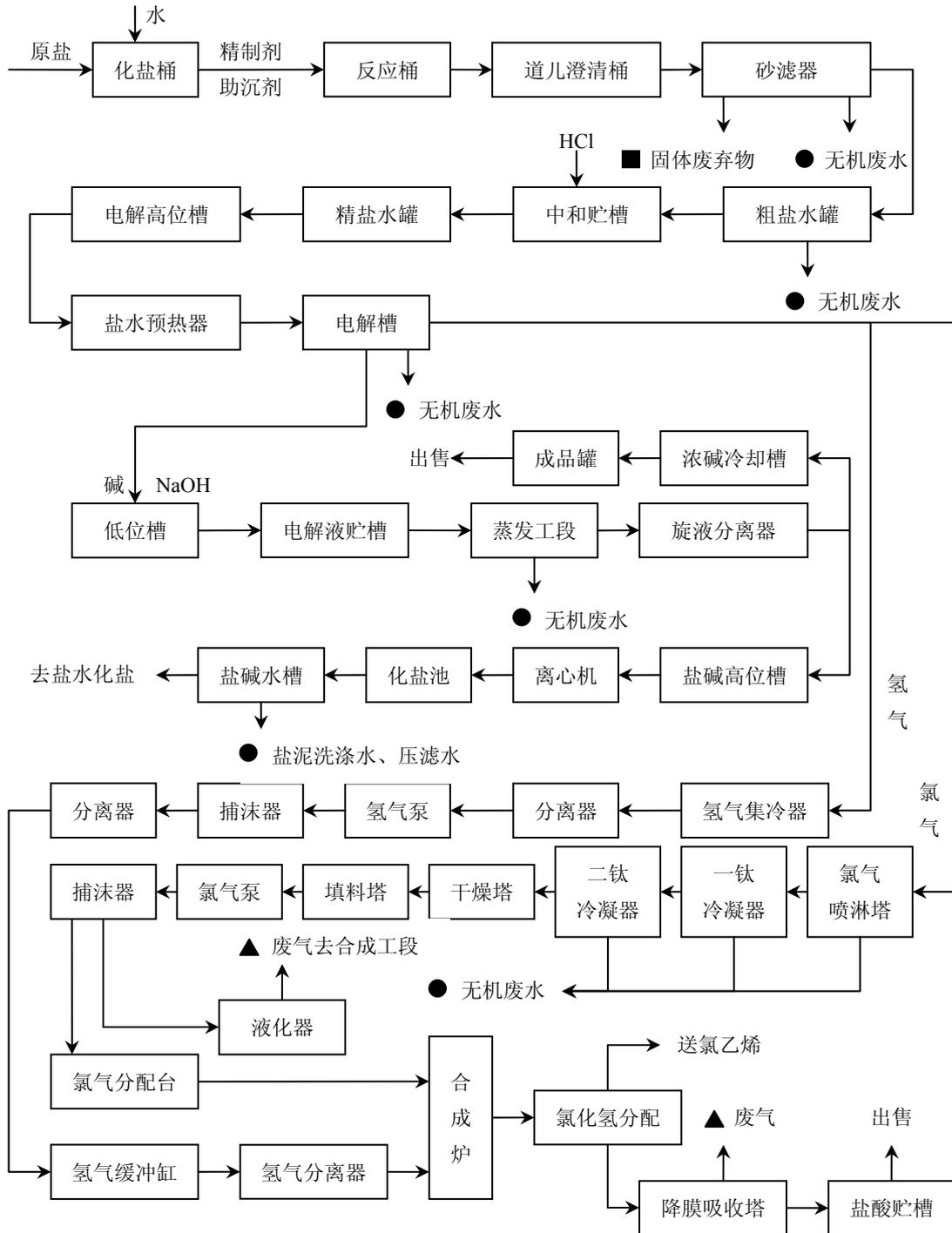


图2 烧碱生产产污节点图

(2) 乙烯氧氯化法聚氯乙烯生产产污分析

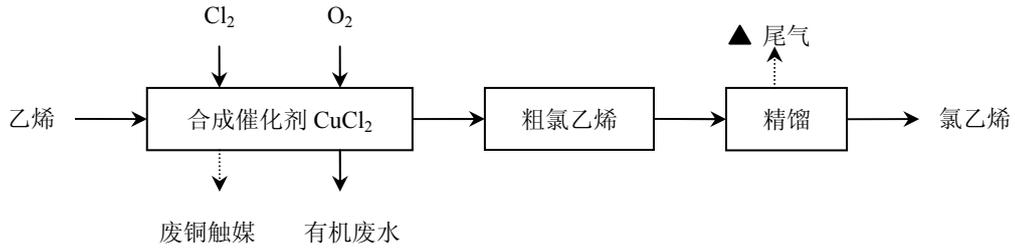


图3 乙烯氧氯化法聚氯乙烯生产产污节点图

(3) 电石乙炔法聚氯乙烯生产产污分析

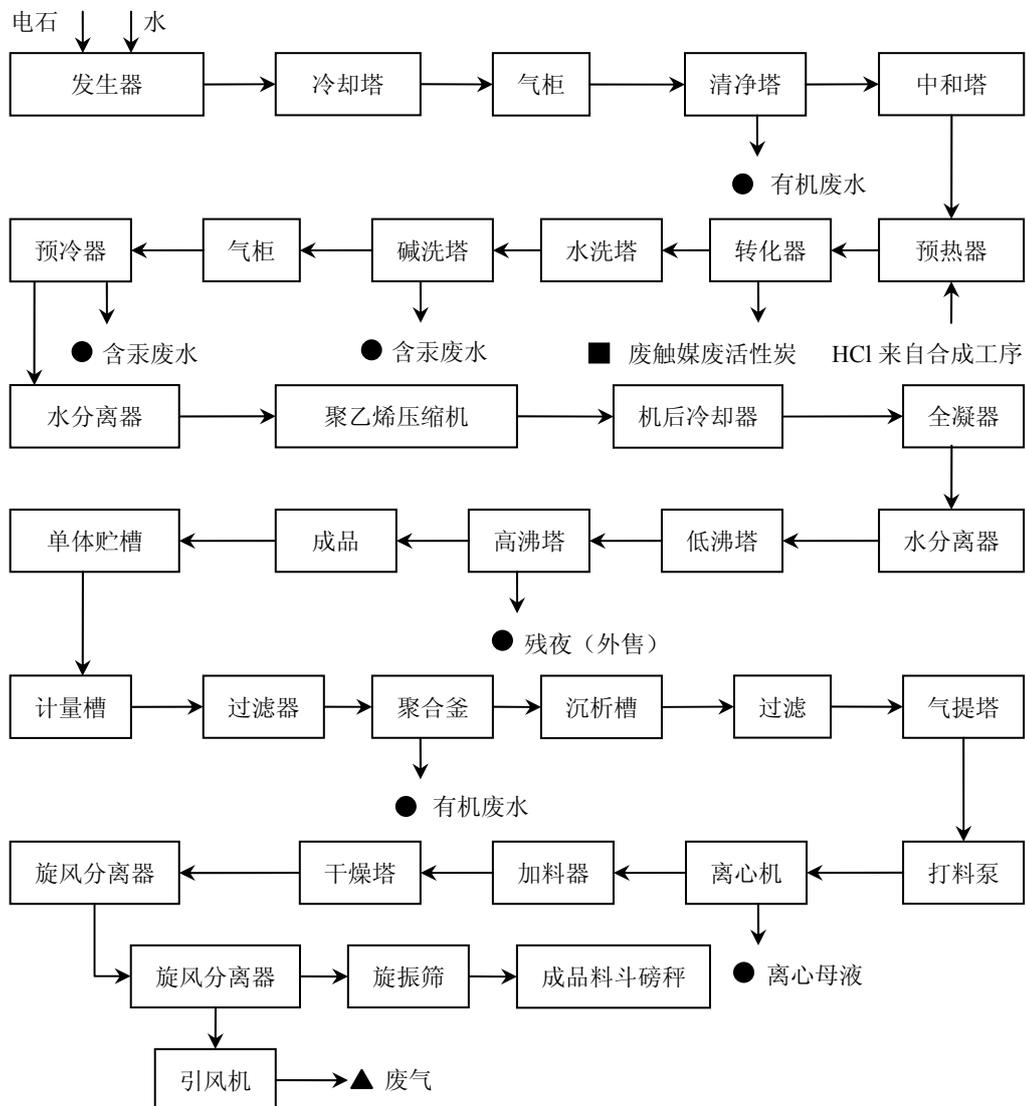


图4 电石乙炔法聚氯乙烯生产产污节点图

5.2.2 废水治理情况

随着环境治理要求的逐年提高，清洁生产和废水处理回用成为氯碱企业环保的主要目

标，根据氯碱工业废水的特点，主要处理对象是各种酸（碱）性、难降解的残液、母液及有毒有害物质，考虑到回用，还必须对含盐量进行控制。氯碱废水的处理方法主要有物理法、化学法、生物法等。随着氯碱企业逐渐由单一的氯碱化工向农用化工、精细化工和塑料化工发展，废水处理难度进一步加大，使得许多企业原有的处理工艺达不到新标准的要求，新的处理技术如生物强化处理、膜分离技术以及高级氧化技术正逐步在氯碱工业废水处理中被推广应用。

### 5.3 同类工程现状调研

本标准的内容涉及到氯碱工业废水的处理工艺设计、施工、验收、运行与维护等多方面的内容，我国幅员辽阔，南北地区的地形、气候等因素差异较大，社会经济发展不平衡，不能按单一地区或某个工艺的情况进行编制，因此，在本规范编制过程中，编制组收集查阅了大量资料，对国内外的法律、法规、标准和相关工艺技术进行了研究，同时对烧碱和聚氯乙烯产能主要分布地区山东、上海、陕西、内蒙、江苏、天津和宁夏等地的工程案例进行了调研，与多家单位进行了广泛而深入的技术讨论和交流，较全面地掌握了氯碱废水处理工程的关键环节与控制点。

调研结果表明，目前氯碱废水处理技术已比较成熟，大多数企业在各工序的废水源头进行充分回用后，剩余部分排入废水处理系统，废水处理采用混凝沉淀（气浮）+好氧生化、厌氧+好氧生化处理技术。目前国内氯碱企业大多在生化处理后新增了深度处理，采用较多且运行稳定的技术主要有混凝沉淀（气浮）、过滤等。

表1为调研企业采用的废水处理工艺及出水水质达标情况。

表1 调研企业废水处理工艺及出水水质

企业名称	主要处理工艺	参考标准
山东某石化公司	汽提+中和+絮凝+沉降	企业内部供排水厂进水水质要求
上海某氯碱公司	中和+生化法（活性污泥法）	DB31/199-1997 上海市《城镇污水综合排放标准》
天津某化工公司	沉淀+A/O+生物接触氧化+沉淀+纤维转盘滤池	DB12/356-2008 天津市《污水综合排放标准》
陕西某化工公司	无机废水：絮凝+气浮+过滤+反渗透 离心母液：超滤+反渗透 有机废水：水解酸化+生物接触氧化+沉淀+生物曝气滤池 含汞废水：三级活性炭吸附	GB 8978-1996《污水综合排放标准》一级标准
四川某集团	物化法（絮凝沉淀+催化氧化+臭氧氧化） 生化处理（二级活性污泥法）	GB15581-1995《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》一级标准
辽宁某化工公司	过滤分离+酸碱中和	GB15581-1995《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》一级标准
山西某化工公司	盐泥：洗涤压缩 废水：沉降分离+中和处理	GB15581-1995《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》三级标准

四川某树脂公司	氧化曝气+中和+沉淀+生化（活性污泥法）+沉淀	GB15581-1995《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》一级标准
江苏某化工公司	无机废水：中和+沉淀 有机废水：中和+曝气+生化调节+沉淀	GB15581-1995《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》三级标准
内蒙某化工公司	生化污水：沉淀+中和+生物接触+沉淀 GE 水处理系统：超滤膜法+反渗透技术 含汞废水：汞处理槽+汞过滤器+气提+除汞器	GB15581-1995《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》一级标准
宁夏某化工公司	无机废水：中和 有机废水：沉淀+接触氧化+MBR 含汞废水：汞转型池+沉淀+分离	《氯碱行业清洁生产标准》一级标准

综上所述，氯碱工业废水主要采用分类处理，处理工艺主要包括预处理、一级处理、二级处理和深度（回用）处理单元，处理工艺的选择应根据废水的实际情况和处理要求，经综合分析论证后确定。

## 6 主要技术内容及说明

### 6.1 适用范围

近年来，由于氯碱行业竞争加剧，生产企业逐渐由单一的氯碱化工向农用化工、精细化工和塑料化工扩展，使得氯碱行业产品种类多，关联度大，其下游产品达到上千个品种，并跟随市场的需求变动生产产品种类，导致废水种类复杂多变。烧碱、聚氯乙烯是氯碱工业最上游、最重要、也是产量最多的产品。为使氯碱工业废水处理工程技术规范具有代表性，能够有效的应用于工程中，针对氯碱企业生产的特殊性，本标准适用于以烧碱、聚氯乙烯为主要产品的氯碱企业。

我国烧碱的主要生产工艺是隔膜电解法和离子膜电解法；而聚氯乙烯的生产有电石乙炔法和乙烯氧氯化法两个原料路线，乙烯氧氯化法是世界上广泛采用的生产原料路线，电石乙炔法是符合我国国情的具有中国特色的生产原料路线。故本标准适用于以烧碱、聚氯乙烯为主要产品（包括以隔膜电解法和离子膜电解法生产烧碱，以及以乙烯氧氯化法、电石乙炔法生产聚氯乙烯等产品）企业的氯碱工业废水处理工程，可作为氯碱工业建设项目环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

### 6.2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- GB12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB14554 恶臭污染物排放标准
- GB16297 大气污染物综合排放标准
- GB18071 氯碱厂（电解法制碱）卫生防护距离标准

GB18484 危险废物焚烧污染控制标准

GB18597 危险废物贮存污染控制标准

GB18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB50014 室外排水设计规范

GB50015 建筑给水排水设计规范

GB50016 建筑设计防火规范

GB50019 采暖通风与空气调节设计规范

GB50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB50055 通用用电设备配电设计规范

GB50093 自动化仪表工程施工及验收规范

GB50187 工业企业总平面设计规范

GB50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范

GB50254—50257 电气装置安装施工及验收规范

GB50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB50275 压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范

GB5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

GB15562.2 环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场

GBJ141 给水排水构筑物施工及验收规范

GB/T16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序

GB/T19923 城市污水再生利用 工业用水水质

GB/T50335 污水再生利用工程设计规范

CECS97 鼓风曝气系统设计规程

CECS111 寒冷地区污水活性污泥法处理设计规程

CECS128 生物接触氧化法设计规程

CJJ60 城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程

HG20504 化工废渣填埋场设计规定

HJ/T242 环境保护产品技术要求 污泥脱水用带式压榨过滤机

HJ/T251 环境保护产品技术要求 罗茨鼓风机

HJ/T252	环境保护产品技术要求	中、微孔曝气器
HJ/T261	环境保护产品技术要求	压力溶气气浮装置
HJ/T262	环境保护产品技术要求	格栅除污机
HJ/T265	环境保护产品技术要求	刮泥机
HJ/T277	环境保护产品技术要求	旋转式滗水器
HJ/T279	环境保护产品技术要求	推流式潜水搅拌机
HJ/T283	环境保护产品技术要求	厢式压滤机和板框压滤机
HJ/T336	环境保护产品技术要求	潜水排污泵
HJ/T369	环境保护产品技术要求	水处理用加药装置
HJ576	污水处理厌氧—缺氧—好氧活性污泥法处理工程技术规范	
HJ577	序批式活性污泥法污水处理工程技术规范	
HJ579	膜分离法污水处理工程技术规范	

《次氯酸钠类消毒剂卫生质量技术规范》卫监督发[2007]265号

《建设项目（工程）竣工验收办法》国家计划委员会（计建设[1990]1215号）

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令第13号）

本标准中引用的法规、标准、规范包括氯碱工业废水处理工程中关于工艺、设备、管配件等方面现行的国家及行业标准，同时，有关建设项目涉及的配套工程和工程施工、安装、调试、验收规范均成为本标准的引用文件。

### 6.3 术语和定义

本标准在重点参考《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》（GB15581-1995）和《清洁生产标准 氯碱工业（聚氯乙烯）》（HJ476-2009）中相关术语的基础上，规定了与本标准相关的术语和定义，便于标准条文的理解。

### 6.4 水质和水量

#### 6.4.1 废水水质

氯碱工业的主要产品包括烧碱、聚氯乙烯（PVC）等。氯碱生产的各个环节都有废水产生，如盐水净化、电解系统、合成净制工序、氯氢处理系统等。废水的成分和浓度变化很大，大部分是酸（碱）性水，废水中的污染物呈溶解状态、悬浮状态或乳化状态，无机盐和悬浮物含量高，某些含氯化物的生产废水具有持久不散的特殊气味，处理难度大。主要氯碱企业废水处理工程原水水质情况基本符合表2所列各项指标。

表2 氯碱废水水质

污染物指标	氯化物 (mg/L)	SS (mg/L)	氨氮 (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	汞 (mg/L)	VCM (mg/L)	硫化物 (mg/L)	pH
无机废水	1000~2000	150~250	—	≤40	—	—	—	—	5~10
有机废水	≤350	35~150	≤5	≤250	≤20	—	—	—	6~8
含汞废水	180~200	60~80	—	80~100	30~40	0.5~1	1~5	—	5~9
盐泥洗涤水、压滤水	≤2000	50~100	—	50~100	—	—	—	—	—
电石渣废水	≤3000	150~200	60~90	1200~1800	—	—	—	300~500	12~14
PVC离心母液	20~40	90~350	15~25	100~500	40~230	—	40~100	≤10	6~9

本标准中给出的水质数据综合参考了文献数据、企业调研数据和实际测定数据得出。以烧碱、聚氯乙烯为主要产品的氯碱企业单位产品产污系数见表3，该系数主要参考了《清洁生产标准 氯碱工业（烧碱）》（HJ475-2009）和《清洁生产标准 氯碱工业（聚氯乙烯）》（HJ476-2009）中的数值。

表3 以烧碱、聚氯乙烯为主要产品的氯碱企业单位产品产污系数

类别		单位产品产污系数				
		烧碱（隔膜电解法）	烧碱（离子膜电解法）	聚氯乙烯（电石乙炔法）	聚氯乙烯（乙烯氧氯化法）	
COD	清洁生产标准（氯碱工业）	一级	—	—	≤20kg/t	≤0.72kg/t
		二级	—	—	≤22kg/t	≤1.0kg/t
		三级	—	—	≤24kg/t	≤1.5kg/t
Hg	清洁生产标准（氯碱工业）	一级	—	—	≤1.5g/t	—
		二级	—	—	≤1.8g/t	—
		三级	—	—	≤2.0g/t	—
盐泥	清洁生产标准（氯碱工业）	一级	≤40.0kg/t	≤40.0kg/t	—	—
		二级	≤45.0kg/t	≤45.0kg/t	—	—
		三级	≤50.0kg/t	≤50.0kg/t	—	—

通过调研发现，氯碱工业废水水质受生产方式、原料、分离提取工艺、清洁生产及管理水平的的影响很大。由于氯碱产品及其生产工艺的多样性，使得所产生的废水成分也有所不同。

氯碱废水的生产工段、主要污染物以及排水去向见表4、5、6、7。

(1) 采用隔膜电解法和离子膜电解法生产烧碱等产品的氯碱废水的主要污染物见表4。

表4 隔膜电解法和离子膜电解法生产工艺产生废水的主要污染物

序号	生产工段	排水	主要污染物	去向
1	盐土工段	盐泥洗涤水、压滤水	氯化钠 $\leq 2$ g/L, Ca <sup>2+</sup> 50~100mg/L, Mg <sup>2+</sup> 50~100mg/L, 溶解固体50~100mg/L和 SS50~100mg/L等	排往内部循环工艺中的 盐泥洗涤水、压滤水处理 工艺系统
2	电解工段	修槽工序洗槽水	碱性废水, pH 8~10	排往废水处理工程中的 无机废水处理系统
3	产碱工段	蒸发废水、碱洗及水洗 废碱	废碱约0.6%	排往废水处理工程中的 无机废水处理系统
4	氯气处理及 液氯工段	冷却时含氯废水	Cl <sup>-</sup> 等离子约2.5%	排往废水处理工程中的 无机废水处理系统
5	产酸工段	氯化氢工段酸性水	酸性废水, pH 1~5	排往废水处理工程中的 无机废水处理系统
6	冷却工段	生产工艺用冷却塔排 水	Ca <sup>2+</sup> $\leq 450$ mg/L, Mg <sup>2+</sup> $\leq 0.3$ mg/L, Cl <sup>-</sup> $\leq 350$ mg/L, COD <sub>Cr</sub> $\leq 40$ mg/L, SS $\leq 15$ mg/L	排往废水处理工程中的 无机废水处理系统
7	各生产工段	泵轴封水、离子膜盐水 精制废酸(碱)液	含油的酸碱废水	排往废水处理工程中的 无机废水处理系统

(2) 采用乙烯氧氯化法生产聚氯乙烯等产品的氯碱废水的主要污染物见表5。

表5 乙烯氧氯化法生产工艺产生废水的主要污染物

序号	生产工段	排水	主要污染物	去向
1	氯乙烯 (VCM)工 段	1、氧氯化反应单元产生的 酸、碱水经中和后排水;剩 余废碱水用于洗涤废气后 排水; 2、二氯乙烷脱水塔产生的 排水; 3、所有的地面污水、清焦 水及事故洗涤塔废水	COD <sub>Cr</sub> $\leq 150$ mg/L, BOD $\leq 20$ mg/L, SS $\leq 20$ mg/L, NH <sub>3</sub> $\leq 5$ mg/L	排往废水处理工程中的 有机废水处理系统

(3) 采用电石乙炔法生产聚氯乙烯等产品的氯碱废水的主要污染物见表6。

表6 电石乙炔法生产工艺产生废水的主要污染物

序号	生产工段	排水	主要污染物	去向
1	乙炔工段	电石乙炔法产乙炔水解电 石时产生的废水	pH12~14, COD <sub>Cr</sub> 1200~ 1800mg/L, NH <sub>3</sub> $\leq 90$ mg/L, 硫 化物300~500 mg/L, SS150~ 200mg/L, 温度58~65℃。	排往内部循环工艺中的 电石渣废水处理工艺系 统
2	乙炔工段	冲洗水、氢气水封、氢气洗 涤塔废水、中和塔废水、冷 凝液和贮槽分离水	COD <sub>Cr</sub> 120~200mg/L, BOD <sub>5</sub> 40~80mg/L, SS100~ 200mg/L, VCM40~90mg/L	排往内部循环工艺中的 电石渣废水处理工艺系 统
3	氯乙烯 (VCM)工	采用汞触媒合成聚氯乙烯 净制工序产生的碱性废水,	3~10%的NaCl和Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶 液, VCM1~5mg/L, 汞浓度	排往含汞废水处理系统

序号	生产工段	排水	主要污染物	去向
	段	主要为碱洗塔和组合塔废水、预冷和全冷器下水	约为0.05~1mg/L	
4	聚合工段	离心母液及离心母液装置冲洗水	COD <sub>Cr</sub> ≤400mg/L, BOD <sub>5</sub> ≤150mg/L, SS≤150mg/L, VCM≤10mg/L	排往内部循环工艺中的离心母液回用处理工艺系统

(4) 其他配套生产设施产生的主要污染物见表7。

表7 其他配套设施产生的主要污染物

序号	生产工段	排水	主要污染物	去向
1	配套锅炉	锅炉房湿法除尘、脱硫洗涤循环废水	SS6000~12000mg/L, (主要含石膏颗粒、SiO <sub>2</sub> 、Al和Fe的氢氧化物)	排往废水处理工程中的无机废水处理系统
2	除盐水工段	锅炉制水含盐水、离子交换再生水、膜处理浓水及反洗水	酸碱水	排往废水处理工程中的无机废水处理系统
3	电石车间烟气	湿式除尘洗涤循环水	SS、氰根离子≤20mg/L	排往废水处理工程中的无机废水处理系统

由于氯碱企业的生产工艺和产品原材料的不同,各生产工艺阶段所排放废水的污染物成分和性质也不同,按废水中所含主要污染物的化学性质和所含污染物的主要成分,废水处理可按以下分类:

a) 无机废水

采用隔膜电解法、离子膜电解法生产烧碱及采用乙烯氧氯化法、电石乙炔法生产聚氯乙烯等产品的企业在生产过程中产生无机废水,污染物主要是酸、碱、盐等无机物,包括机封冷却水、蒸汽冷凝水、二次汽冷凝水、离子膜盐水精制废酸(碱)液、含酸废水、含碱废水、高含盐废水、氯水、设备洗洁水、循环水和排污水等。

b) 有机废水

1) 采用乙烯氧氯化法生产聚氯乙烯等产品的企业,产生的有机废水, B/C 小于 0.3, 包括氧氯化反应单元产生的酸、碱废水; 洗涤废气后的废水; 二氯乙烷脱水塔产生的废水; 地面污水、清焦水及事故洗涤塔废水等;

2) 采用电石乙炔法生产聚氯乙烯等产品的企业,产生的有机废水, B/C 约为 0.3~0.4, 包括聚氯乙烯聚合离心母液气提回收后产生的含聚氯乙烯、氯乙烯、聚乙烯醇颗粒的废水及少量冲洗水等。

c) 含汞废水

采用电石乙炔法生产聚氯乙烯等产品的企业,产生的含汞废水,汞含量约为 0.05~1mg/L, 盐分高, 主要为汞触媒合成聚氯乙烯净制工序产生的碱性废水。

d) 盐泥洗涤水、压滤水

生产烧碱中，盐泥洗涤和压滤过程产生的废水，污染物主要是酸、碱、盐、溶解固体及悬浮物等。

e) 电石渣废水

采用电石乙炔法生产聚氯乙烯产品的企业在生产过程中产生的电石渣废水，污染物为强碱、悬浮物，同时还含有硫化物等有毒物质，包括生产乙炔工艺中，水解电石时产生的废水。

f) PVC离心母液

采用电石乙炔法生产聚氯乙烯等产品的企业在生产过程中产生的PVC离心废水，污染物主要有少量聚氯乙烯粒子、聚合过程加入的助剂和残余反应物等，包括悬浮聚合工艺中聚氯乙烯聚合反应结束后，浆料进入离心单元进行固液分离后排出的废水，离心母液装置冲洗水及在乙炔工段中的冲洗水、洗涤塔废水、中和水、冷凝液、贮槽分离液等。

#### 6.4.2 废水水量

为提供一种能够与实际生产相关联的废水处理工程设计规模确定方法，本标准依据《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》(GB15581-1995)、《清洁生产标准 氯碱工业(烧碱)》(HJ475-2009)和《清洁生产标准 氯碱工业(聚氯乙烯)》(HJ476-2009)，规定了单位氯碱产品废水量和废水水质范围的同时，也结合了企业的清洁生产工艺及实际生产方式存在差异的情况，规定了单位产品排水量的取值范围。

表8为国内关于氯碱行业清洁生产及废水排放标准中的废水排水指标。

表8 氯碱行业清洁生产及废水排放标准中的废水排水指标

标准号	标准名称		单位产品废水产生量 (m <sup>3</sup> /t)			
			烧碱(隔膜电解法)	烧碱(离子膜电解法)	聚氯乙烯(电石乙炔法)	聚氯乙烯(乙烯氧氯化法)
GB15581-1995	烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准	1989年1月1日至1996年6月30日建设的企业	7	1.5	12	5
		1996年7月1日起建设的企业	5	1.5	9	10
HJ475-2009	清洁生产标准 氯碱工业(烧碱)	一级	≤10	≤6.0	—	—
		二级	≤12	≤6.4	—	—
		三级	≤14	≤6.4	—	—
HJ476-2009	清洁生产标准 氯碱工业(聚氯乙烯)	一级	—	—	≤12	≤5.6
		二级	—	—	≤35	≤5.8
		三级	—	—	≤40	≤6.0

表9为实际调研的氯碱生产企业单位产品所产生的工程废水量。

表9 氯碱企业主营产品、生产规模及单位产品综合废水量

企业名称	生产工艺		生产规模 (万 t/a)		单位产品综合废水量 (m <sup>3</sup> /t)
	烧碱	聚氯乙烯	烧碱	聚氯乙烯	
山东某石化公司	离子膜电解/ 隔膜电解	乙烯氧氯化法	45	60	3.39
上海某氯碱公司	离子膜电解	乙烯氧氯化法	69	46	6.6
天津某化工公司	离子膜电解/ 隔膜电解	乙烯氧氯化法 / 电石乙炔法	60	80	10.43
陕西某化工公司	离子膜电解	电石乙炔法	10	10 (30)	8.42
四川某集团	离子膜电解	电石乙炔法	16 (36)	20 (40)	4.01
辽宁某化工公司	离子膜电解/ 改性隔膜扩张阳 极隔膜电解	电石乙炔法	19	13	10.95
山西某化工公司	离子膜电解	电石乙炔法	13	15	13.5
四川某树脂公司	离子膜电解	电石乙炔法	21	40	6.0
江苏某化工公司	离子膜电解	—	25	—	7.4
内蒙某化工公司	离子膜电解	电石乙炔法	40	40	6.66
宁夏某化工公司	离子膜电解	电石乙炔法	21	27.5	4.26

为方便使用者，本标准规定了废水水量、变化系数的计算方法和基本参数的取值范围，这些参数的取值综合参考了文献数据、实际测定数据和企业调研数据。

## 6.5 总体要求

### 6.5.1 一般规定

#### (1) 清洁生产及污染控制要求

氯碱生产规模和生产工艺与环境密切相关，为此国家相关部门要求大力推进清洁生产技术，实行清洁生产审核制度，近年来氯碱行业颁布的清洁生产标准主要包括：《清洁生产标准 氯碱工业（烧碱）》（HJ475-2009）和《清洁生产标准 氯碱工业（聚氯乙烯）》（HJ476-2009）。氯碱企业应结合自己的实际情况，按照上述清洁生产标准的要求，对氯碱废水进行全过程控制。

#### (2) 雨污分流要求

雨污分流是指废水和雨水分别采用不同管渠收纳。根据生产废水的水质特点，也可将污染物浓度低的废水（如冷却排污水）汇入到雨水收集系统中。采用这种排水体制有利于废水的分类处理，提高环境和经济效益，故要求企业采用分流制。由于氯碱企业路面化学品等污染物较多，氯碱企业初期雨水的污染程度比较严重，对水体保护要求高或环境敏感的地区，宜设置废水截流设施，以消除初期雨水对水体的污染。

### (3) 二次污染控制要求

氯碱废水处理工程本身在运行过程中会产生各种二次污染,应贯彻执行国家现行环境保护法规和标准中的相关规定。如:废水处理过程中从各处理环节抽(排)出的含有恶臭等污染物的气体宜经处理后排放,气体污染物的排放应按照《大气污染物综合排放标准》(GB16297)、《恶臭污染物排放标准》(GB 14554)和所在地地方标准执行;废水处理工程的设计、建设,应采取有效的隔声、消声、绿化等降噪措施,噪声和振动控制的设计应符合《工业企业噪声控制设计规范》(GBJ87)和《动力机器基础设计规范》(GB50040)的规定,厂界噪声应按照《工业企业厂界噪声标准》(GB12348)执行;废水处理产生的污泥应妥善处理处置,宜优先综合利用,暂无综合利用条件,可采取贮存、堆放和填埋措施,并符合国家相关标准的规定;废水处理工程应对采用药剂可能产生的危害采取有效的防护措施;废水处理工程应注意环境美化,为职工提供良好的工作环境,绿化率应符合国家现行的有关规定等。

## 6.5.2 建设规模

工程建设规模的确定是影响工程投资的主要方面,是关系工程投资效益能否顺利实现,提高经济效益的基础。因此,确定符合实际又适应发展需要的建设规模是非常重要的。

### (1) 规模确定的原则

由于氯碱原料、产品、生产工艺差别较大,不同企业废水水量、水质有较大的差异。因此,本标准强调工程规模应从实际出发,通过分析现有或同类工程废水排放情况,并结合企业清洁生产水平、生产计划和排水体制等因素综合考虑确定,现有企业的废水处理工程应以实测数据为依据,新(扩、改)建企业应进行物料平衡计算或类比确定。

### (2) 废水处理工程的建设规模

废水处理工程的设计,应考虑到分期扩建的可能性和灵活性,便于工程建设在短期内见效和日后的工程扩建和升级改造。考虑到氯碱生产负荷的连续性,且产量随市场情况波动较大,应按照生产设计负荷进行设计。

由于有机废水排放具有一定的不均匀特性,处理系统内的格栅渠、集水井、预沉池等有效停留时间小于4h的废水处理构筑物的设计流量应考虑生产波动的影响,按最大日最大时设计流量计算,当废水为提升进入时,还需按每期工作水泵的最大组合流量校核管渠输水能力。对于停留时间不小于4h的废水处理构筑物,由于对来水冲击负荷具有较大的缓冲作用,可按生产设计负荷计算。虽然初沉污泥和化学污泥受进水负荷的影响较大,但污泥系统处理周期较长,调节能力较强,根据同类废水处理经验,污泥处理与处置系统设计按最大日平均时污

泥量计算比较合理。

当系统设有调节池时，由于调节池具有较强的水量和水质调节作用，根据国内相关设计经验，调节池前废水处理构筑物按最大日最大时流量计算，调节池及其后的废水处理设施如按最大日平均时设计流量计算，不尽合理，可按照生产设计负荷计算。

为确保回用合理可行，回用水设计规模必须根据回用水的水质、水量、回用环节和回用方式，通过水量平衡计算和技术经济分析合理确定。水量平衡是将氯碱企业给水量、废水排放量、贮存调节量、处理量、处理设备用水量、回用水量、新鲜水补给量等进行计算和协调，使其达到平衡。水量平衡计算是回用水规模确定的重要步骤，必须对各种水量进行计算和协调，使集水、处理、供水集于一体的回用水系统稳定地运行。为了保证回用水处理设备安全稳定运转，并考虑处理过程中的自耗水因素，设计回用水规模应考虑回用水量10~15%的安全系数。

### 6.5.3 项目构成

氯碱工业废水处理工程的组成除废水处理建（构）筑物与设备这些主体工程外，还应包括保证主体工程正常运行的辅助工程和配套设施。主体工程中废水处理建（构）筑物参照《城市污水处理工程项目建设标准》（建标[2001]77号）中建设内容分类方法，分为废水处理系统和污泥处理与处置系统（预处理产生的污泥也可根据污泥的性质纳入该系统）。其中的废水处理系统根据处理程度的不同分为废水收集、预处理、一级处理、二级处理、深度（回用）处理等。污泥处理与处置系统分为污泥均质、污泥浓缩、污泥脱水和污泥处置系统。另外，考虑到工业节水和回用的要求，部分回用系统纳入废水处理工程的项目组成中。

### 6.5.4 厂址选择和总体布置

本标准规定了总体布置应符合的相关标准和规范，并要求应纳入氯碱企业总体规划中，应与其相关的工艺布置统一考虑，合理布局。

《工业企业总平面设计规范》（GB50187）是关于工业企业总平面布置的指导性标准，标准从厂址选择、总体规划、总平面布置、运输路线及码头布置、竖向设计、管线综合布置、绿化布置、主要技术经济指标等方面作了系统的规定，应作为氯碱废水处理工程选址和总体布置的依据。同时，处理系统在处理工艺、生产管理等方面与城镇污水处理厂有相似之处，其厂址选择、平面和竖向设计等也宜参照《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关规定。

根据处理工艺、处理级别和各种构筑物的形状大小及其组合，结合厂址地形、气候和地质条件等，可有各种总体布置形式，必须综合确定。

由于用地限制等原因，一般情况下，企业废水处理工程用地指标较城镇污水处理厂紧张，

各构筑物间的间距较小，因此为节约土地和工程投资，可共用相邻生产系统的公辅设施。

## 6.6 工艺设计

本标准将氯碱废水按照无机废水、有机废水、含汞废水、盐泥洗涤水、压滤水、电石渣废水、离心母液分类方法，将相关的处理技术，从一般规定、废水收集、工艺路线的选择、控制的主要条件与参数、二次污染的控制等方面分别提出了相应的技术要求。

### 6.6.1 废水收集

氯碱废水水质复杂、不同企业水质变化大，应对各种废水进行按质归类，并按有利于回收有用资源、消减污染物和后续处理的原则进行分类收集和处理，本标准主要按照无机废水、有机废水和含汞废水设置废水收集池。关于收集池有效容积为设计最高水位与设计最低水位之间的容积。收集池有效容积的计算范围，除收集池本身外，可以向上游推算到格栅部位。如容积过小，则水泵开停频繁；容积过大，则增加工程造价。对废水泵站应控制单台泵开停次数不大于6次/h。

对于进入事故池的水，要视其水质情况区别对待，按无机废水、有机废水和含汞废水分别收集，调节池也可兼作事故池。

### 6.6.2 工艺路线选择

完整的氯碱工业废水处理工程处理工艺流程图见标准文本中的图1，本标准强调所选工艺的成熟、有效和长期稳定达标，是三个非常重要的方面。同时废水处理工艺路线的确定应因地制宜，具有适应当地气象、地理及抵抗各种自然灾害的能力。节约资源和能源，降低基建投资和运行成本是确定废水处理工艺路线必须考虑的因素。具体流程应根据处理废水水质及处理要求，参照标准文本表2和表3中的主要工艺环节和去除效率，经技术经济比较后确定、细化。

### 6.6.3 处理工艺

氯碱废水水质复杂的特点决定了处理工艺种类较多，不同工艺的单元处理效率差别较大，因此本标准规定应根据现行的国家和地方相关排放标准、污染物的来源及性质、排水去向及处理效率确定氯碱废水处理系统的处理程度，选择相应的处理级别和处理工艺。

#### a) 处理级别和处理工艺的确定

现有运行的氯碱企业中，废水中较难处理的指标是COD，根据调查统计结果，氯碱企业无机废水的处理采用一级处理，COD去除率为30~55%；有机废水的处理采用二级处理，COD去除率为60~85%，由于进水污染物种类组成、浓度及系统处理效率的不同，60%左右的企业废水处理COD浓度达到60~80mg/L，40%的企业达到100mg/L。

氯碱废水经二级处理后，若进一步降低排水指标，应进行深度（回用）处理，根据调研资料，结合二级出水水质情况，采用适当的深度（回用）处理工艺，COD去除率为10~85%，废水COD排放指标可以达到60mg/L以下。

应根据现行的国家和地方排放标准、地方污染物总量控制要求，企业的生产工艺、产品原材料、污染物的来源及性质、排水去向确定氯碱废水处理程度，选择相应的处理级别和处理工艺。

#### b) 单元处理效率

为指导废水处理工程处理程度及工艺流程的确定，标准编制组调研统计了企业废水单元处理效果，详见标准文本中的表3。

标准中提供的单元处理效率为典型氯碱废水的统计分析值，具体应根据废水实际情况合理选取，如有机废水一级处理采用混凝沉淀后，如B/C比有所升高，二级处理系统COD去除率可取高值，而深度处理系统COD去除率宜取低值；由于这类废水生化性较差，二级处理去除率宜取低值，另外，处理单元处理效率也与单元设计合理程度密切相关，当单元工艺参数设计合理、系统运行稳定时，去除率可取高值，相反宜取低值。

另外，由于氯碱废水排放量大，废水中难生物降解的聚氯乙烯、氯乙烯和聚乙烯醇采用常规的生化处理工艺难以去除，一般情况下不鼓励排入城镇污水厂。特殊情况如需排入城镇污水处理厂时，其废水处理程度除应满足相关间接排放标准的要求外，还应对废水水质进行具体分析，与城镇污水处理厂一起确定接管指标，因此本标准不对其进行专门规定。

### 6.6.4 工艺设计要求

废水处理的主要目标是满足企业达标排放的要求，根据具体情况也能通过回用措施降低企业的吨产品排水量。氯碱废水处理工艺按照无机废水、有机废水和含汞废水分别处理。盐泥洗涤水、压滤水、电石渣废水、离心母液主要采用内部循环工艺进行处理，处理后完全回用于生产，具体处理工艺流程及回用方式见标准文本中的附录A。

#### 6.6.4.1 无机废水处理

无机废水按处理程度可分为预处理、一级处理两个部分。本标准对其进行了详细的规定。

##### (1) 预处理

氯碱废水中的无机废水预处理单元主要包括格栅渠、提升泵房、沉砂预沉池、调节池等处理单元。标准中的工艺条款主要是参照相关设计规范，并结合氯碱废水水量、水质特点，在调研工作的基础上分析确定的。

#### a) 格栅

氯碱废水中混有电石渣等各种粒径不同的杂物,为了防止水泵及处理构筑物的机械设备和管道被磨损或堵塞,使后续处理流程能顺利进行,必须设置格栅。

根据调查,本标准规定粗细格栅栅条间隙宽度:采用机械清除时,粗格栅间隙宜为10~20mm,采用人工清除时宜为15~25mm,格栅设置在水泵前应满足水泵要求;细格栅宜选用具有自清能力的旋转机械格栅,格栅间隙宜为2~5mm。

过栅流速是格栅设计的主要工艺参数。前苏联城市排水规范为0.8~1.0m/s,日本指针为0.45m/s,美国污水厂手册为0.6~1.2m/s,法国手册为0.6~1.0m/s,《室外排水设计规范》(GB50014)为0.6~1.0m/s。结合调研资料,本标准规定过栅流速取0.6~1.0m/s。关于处理工程格栅的过栅水头损失、格栅倾角等其它设计参数可根据具体情况并参照《室外排水设计规范》(GB50014)执行。

#### b) 沉砂(预沉)池

在氯碱废水系统中会含有相当数量的沙粒等杂质。沉砂池一般可去除相对密度2.65、粒径0.2mm以上的砂粒,预沉池主要去除较易沉降的SS和砂粒,因此,设置沉砂池或预沉池可以避免后续处理构筑物 and 机械设备的磨损,缓解管渠和处理构筑物产生沉积,避免重力排泥困难,减少化学药剂的投加量,防止对生物处理系统和污泥处理系统运行的干扰。

根据氯碱废水水量、水质特点,结合调研结果,沉砂池宜采用平流沉砂池或曝气沉砂池,这两种沉砂池具有截留无机颗粒效果好、工作稳定、构造简单、泥砂排除方便的优势,曝气沉砂池尚有泥砂清洗作用。实际工程中,很多企业采用预沉池替代沉砂池,取得较好的效果。根据相关文献资料,预沉池停留时间40~100min,有效水深2~3m,即可取得较好的处理效果。

#### c) 调节池

氯碱企业是连续性生产,正常情况下,废水的波动不大,特别是清洁生产水平高、源头治理措施得当的企业废水量变化更小。另外,由于氯碱废水排放量较大,调节池建设成本较高,因此,工程实施中,必须综合考虑处理系统的抗冲击能力及来水的特点,根据全厂排污平衡分析,合理确定是否设置调节池及调节池的停留时间。

调节池容积应按需要调节的污染物和水量的波动进行平衡计算。若以调节水量为目的,调节池的有效容积应根据水量逐时变化曲线及处理量逐时变化曲线所围面积之最大部分计算得出;若以均衡水质为目的,调节池的有效容积应使污染物冲击负荷稀释至后续处理设施可以接受的范围。当缺乏相关资料时,亦可按最大日流量的调节时间简单计算。

对于大多数氯碱企业，12h的停留时间能够基本满足调节水质水量的要求。从国内氯碱废水处理设施的调研结果看，大多数企业调节池的调节时间在8~24h的范围内，从运行效果看，当调节池调节时间达到12h时即能取得良好的效果，调节时间过短，易影响后续设施的稳定运行，过长（大于24h），由于投资和占地成本的提高使得经济指标不合理。因此编制组认为处理系统12h以上的调节时间是合理、安全的，设计中不宜片面地追求调节池容积的加大，而应从合理调节废水水质水量的角度考虑确定。

调节池内应设置预曝气或机械搅拌设施，这样不仅可以防止废水在储存时腐化发臭，减少池内沉淀物，同时能够有效提高调节池的均质作用，对后续处理有利。为充分利用调节池的容积，可根据废水处理工艺情况选择兼起预生化等功能，此时曝气量还应满足工艺的相关要求。

由于生产工艺的不同，有些废水的pH非中性，需对pH进行调节，可设置pH调整装置。

## （2）一级处理

无机废水一级处理可选择混凝沉淀、混凝气浮等工艺处理单元。标准中的工艺条款主要是参照相关设计规范，并结合氯碱废水水量、水质特点，在调研工作的基础上分析确定。

沉淀池是废水处理工程的主要工艺环节，沉淀池可采用目前使用的各种沉淀池池型，但池型选择应根据处理规模、工艺特点和地质条件等因素综合确定。根据目前国内的实践经验，并参照国外的相关资料，沉淀池的设计统一以表面水力负荷为主要设计参数，同时应校核固体负荷、沉淀时间、有效水深等指标，使之相互协调。

由于氯碱废水中悬浮物沉降速度较慢，实际运行中一些细小颗粒根本不沉降，可采用气浮池代替沉淀池对废水进行固液分离。气浮法主要为机械法和溶气法，机械法以涡凹气浮为代表，溶气气浮以部分加压普通溶气气浮和浅层气浮为代表。

### 6.6.4.2 有机废水处理

有机废水按处理程度可分为预处理、一级处理、二级处理、深度（回用）处理四个部分。本标准对其进行了详细的规定。

#### （1）预处理

氯碱废水中的有机废水预处理单元主要包括格栅渠、提升泵房、沉砂预沉池、调节池等处理单元。相关规定可参考氯碱废水无机废水处理部分。

一般情况下，氯碱废水氮、磷元素缺乏，为满足生化处理过程中微生物的生长需要，需补充营养盐。由于调节池具有投加方便、混合程度高、易于控制的优势，本标准规定可在调节池内设置营养盐投加和pH调整措施。

## (2) 一级处理

有机废水一级处理可选择混凝沉淀、混凝气浮等工艺处理单元。标准中的工艺条款主要是参照相关设计规范，并结合氯碱废水水量、水质特点，在调研工作的基础上分析确定。

### a) 混凝沉淀

国内部分氯碱企业沉淀池主要设计参数见表10：

表10 氯碱企业沉淀池主要设计参数

类别	沉淀池位置	沉淀时间 (h)	表面负荷 [ $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ]	污泥含水率 (%)	固体负荷 [ $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ]	备注
初次沉淀池	一级处理	1.0~2.0	1.5~3.0	95.0~97.0	—	
二次沉淀池	二级处理	1.5~4.0	0.7~1.5	99.0~99.4	$\leq 150$	生物膜后
	二级处理	1.5~4.0	0.5~1.2	99.2~99.6	$\leq 150$	活性污泥后
混凝沉淀池	深度处理	1.5~4.0	0.7~1.5	99.0~99.5	—	

根据沉淀池所处工艺流程中的位置可分为初次沉淀池、二次沉淀池和混凝沉淀池：

#### ● 初次沉淀池

由于氯碱废水具有悬浮物含量高、悬浮物沉降速度受企业生产工艺影响较大的特点，处理不同种类的废水，初次沉淀池相关设计参数有所差别，废水中悬浮物含量较高，初次沉淀池表面负荷宜取低值，相反，吨产品废水排放量高的企业表面负荷宜取高值。

当有机废水中胶体含量较高、废水沉降性能较差时，通过加药混凝有利于提高沉淀池的分离速度和污染物的去除效果，提高废水的可生化性，也可将二次沉淀池排出的剩余污泥与初次沉淀池进水混合，采用生物混凝沉淀，利用活性污泥的絮凝脱稳作用，加强SS去除效果，降低后续处理负荷。

#### ● 二次沉淀池

活性污泥处理系统中二次沉淀池固液分离的目标是回流混合液中的活性污泥，由于氯碱废水中的活性污泥沉降性较差，宜发生污泥膨胀等现象，因此与处理市政污水的二次沉淀池相比，表面负荷宜取低值，污泥回流比宜取高值。降低表面负荷可以降低沉淀污泥的含水率，加大回流比能够增加回流至生化反应池内的污泥量，从而增加了反应期内的活性污泥总量，提高生化处理效率。

在满足表面负荷要求的前提下，二次沉淀池必须校核固体负荷，并保持一定的水深，以确保活性污泥有足够的压缩沉淀时间和沉淀污泥区的容积，降低回流污泥的含水率。

生物膜系统中的二次沉淀池由于不需要回流足够多的活性污泥，且脱落的生物膜较密实，其表面负荷取值稍高。

- 混凝沉淀池

二次沉淀池后的混凝沉淀池也称为三沉池，该池主要用于去除废水中难生物降解的COD和SS，由于生化后的氯碱废水残余的污染物成分相似，废水投加药剂后，形成的絮凝体沉降速度差别不大，因此不同企业三沉池表面负荷取值相似，其表面负荷的取值主要与投加的混凝剂种类有关。

- b) 气浮

由于氯碱废水中悬浮物沉降速度较慢，实际运行中一些细小颗粒根本不沉降，可采用气浮池代替沉淀池对废水进行固液分离。气浮法主要为机械法和溶气法，机械法以涡凹气浮为代表，溶气气浮以部分加压普通溶气气浮和浅层气浮为代表。

- (3) 二级处理

有机废水二级处理是以生化为主体的处理工艺，包括厌氧和好氧生物处理两部分，目前氯碱有机废水采用厌氧生化处理+好氧生化处理工艺较多。

- a) 厌氧生化处理

厌氧生化处理技术是指在无氧条件下，利用厌氧微生物的生命活动，将各种有机物加以转化的过程。其优点是产生的生物固体少；降低后续好氧处理过程的污染负荷和运行成本；控制好氧系统的污泥膨胀；设备紧凑占地面积小。

当氯碱企业废水浓度较低时，采用水解酸化工艺作为好氧前的预处理，能够一定程度降低污泥量，提高废水的处理效率。

- 水解酸化

水解酸化作为好氧处理的预处理主要目的是对废水中的非溶解态有机物截留并逐步转变为溶解态有机物，将难生物降解物质转变为易生物降解物质，提高废水的可生化性，以利于后续的好氧生物处理。

根据调研资料现有企业水解酸化池停留时间差别较大，变化范围4~16h，从工艺原理分析可知，一味的增大水解池的停留时间对水解酸化已无意义，运行效果也表明当水解时间超过10h时，水解酸化作用已经完成，因此本标准不要求过分加大水解池的停留时间，规定水解酸化时间宜选取6~12h，容积负荷宜采用4~10kgCOD<sub>Cr</sub>/(m<sup>3</sup>·d)。部分企业采用长时间的水解工艺实质上已经到了发酵阶段，不能再作为水解工艺考虑。

应用于氯碱废水处理的水解池包括升流式和完全混合式，其中升流式应用较多，其优点是省去了后续的中沉池，缺点是预处理要求高，布水系统要求较高，否则会降低水解池的有效利用容积。

## b) 好氧生化处理

根据对氯碱生产企业的调查,目前工艺成熟、应用效果好的好氧处理工艺主要是接触氧化工艺。本标准规定在好氧生物工艺选择上宜优先选用抗冲击负荷能力较强且具有脱氮功能的接触氧化工艺和活性污泥工艺。

由于氯碱废水的特点(污染物种类复杂、冲击负荷较大、盐含量较高、缺乏氮磷营养物质),目前应用效果好、工艺成熟的好氧处理工艺为接触氧化法,据调研,也有部分企业采用活性污泥法处理氯碱废水,该工艺多用于对COD出水要求不高,生化处理出水还需排入指定的污水处理厂进行后续处理的有机废水处理工程中,或用在两段好氧生物处理的前段。

接触氧化法属于生物膜法范畴,该工艺具有抗冲击负荷较强、易管理、处理效果稳定等优势,在氯碱企业中应用较多。采用接触氧化法工艺时,废水进入生物膜处理构筑物前,应加强预处理,尽量减少进水中悬浮物含量,有利于防止填料堵塞,保证处理构筑物的正常运行。采用生物接触氧化法计算有效池容时,容积负荷宜按 $0.8\sim 1.8\text{kgCOD}/[\text{m}^3(\text{填料})\cdot\text{d}]$ 设计,并按废水停留时间 $12\sim 36\text{h}$ 进行校核。需氧量应按照好氧进水的五日生化需氧量计算,并考虑氨氮硝化需氧量,按照气水比 $15:1\sim 30:1$ 校核。

采用活性污泥工艺时,容积负荷是好氧生物反应池控制参数,它与污泥负荷和污泥浓度相关,其中的污泥浓度与二次沉淀池设计参数、活性污泥沉降性能密切相关,应根据生物反应池实际运行规律来确定。国内一般情况下,生化处理系统容积负荷一般取 $0.5\sim 1.4\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ,曝气池混合液污泥浓度 $2.5\sim 4.0\text{g/L}$ 。如污泥浓度不在上述范围时,可通过改变回流比调整污泥负荷。

由于不同企业废水水质和一级处理措施的不同,进入二级处理系统的废水可生化性有一定的差异,工程实施中,应根据具体情况合理确定设计参数。

为方便计算,本标准规定了有机废水好氧生化需氧量的估算公式,可作为可行性研究阶段废水处理方案设计的依据。

### 6.6.4.3 含汞废水处理

含汞废水处理系统设调节池,处理方式宜为间歇式,减少水质波动。含汞废水根据汞的含量,一般采用几种工艺灵活组合方式处理:

a) 采用汞转型器+分离组合工艺时,宜在pH值范围为 $7\sim 9$ 的条件下进行,含汞废水汞转型器中投加硫化钠以及混凝助剂,使得废水中 $\text{Hg}^+$ 转变为 $\text{HgS}$ 颗粒物沉淀;汞转型器陈化时间宜取 $1\text{h}$ ,静止沉淀 $1\sim 1.5\text{h}$ ,出水进入集水池,集水池有效容积根据每次处理总水量设定,宜取处理水量的 $1.2\sim 1.5$ 倍,颗粒沉淀物排入含汞废水污泥池进行后续单独处理;分离

器可采用锯末过滤器、活性炭过滤器或树脂吸附处理工艺。

b) 采用锯末过滤器+活性炭过滤器+树脂吸附组合工艺时，可根据废水中汞的含量灵活组合，组合方式有：锯末过滤器+二级活性炭过滤器组合、锯末过滤器+活性炭过滤器+树脂吸附组合、锯末过滤器+树脂吸附组合、活性炭过滤器+树脂吸附组合。

c) 吸附汞后的锯末、活性炭和加 $\text{Na}_2\text{S}$ 固化的沉淀物应装桶密封临时储存，由具有危险固体废物处置资质的企业或氯化汞接触媒供应企业回收利用。

#### 6.6.4.4 深度（回用）处理

本标准根据氯碱废水的水质特点，参照GB/T 50335和GB50014等标准，规定了深度处理的主要技术要求，工程中应结合实际情况通过试验优化设计参数。

##### a) 深度处理工艺

废水深度处理可采用混凝沉淀（或气浮）、过滤等工艺，其工艺设计应符合GB/T 50335的规定。

##### ● 混凝沉淀（气浮）工艺

经一、二级处理后的氯碱废水中残余的COD其混凝效果与混凝剂的选择关系很大，根据工程经验，采用铝盐作为混凝剂时，加药成本较高，且COD去除率较低（在药剂投加量充分的情况下一般为50~70%），而三价铁盐混凝剂具有投药成本低、COD去除率高的优点（在药剂投加量充分的情况下一般为70~80%），为促进混凝沉淀效果，可在投加铁盐后再投加PAM作为助凝剂。

当采用混凝沉淀（或气浮）工艺时，混合段速度梯度 $G$ 值 $300\sim 600\text{s}^{-1}$ ，混合时间 $30\sim 120\text{s}$ ，反应段速度梯度 $G$ 值 $30\sim 60\text{s}^{-1}$ ，反应时间 $5\sim 20\text{min}$ ，气浮池气水接触时间宜取 $\geq 60\text{s}$ ，分离区表面负荷（包括溶气水量）宜为 $4\sim 6\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间宜取 $20\sim 40\text{min}$ 。采用过滤工艺时，进水悬浮物宜小于 $50\text{mg/L}$ 。

GB50014、GB/T50335和GB50013均对混凝沉淀（气浮）工艺作了较为详尽的规定。

利用气浮池代替沉淀池，在工业废水的深度处理中应用较多，标准中数据参考同类工程分析确定。

##### ● 过滤工艺

一般情况下废水达标排放不需要进行过滤处理，当废水需要回用时，为确保稳定达标或满足回用要求，宜在混凝沉淀后设置过滤装置。

滤池作为强化处理的构筑物，一般情况下宜先通过混凝沉淀（气浮）去除大部分悬浮物和胶体物质后，再进行过滤，此时滤池运行稳定、反冲洗频率低，出水水质较好。

滤池设计要稳妥，留有应变余地，为减少反洗频率，充分发挥滤池效果，进水中SS的浓度不宜过高，GB50014及GB/T 50335均规定进入过滤系统的污水的浊度宜小于10NTU，考虑到氯碱废水经一、二级处理后和混凝沉淀后SS的出水水质能够达到30mg/L以下，经技术比较分析确定过滤进水SS宜小于50mg/L。

GB50013推荐了多种型式的过滤池，如普通快滤池、V型滤池、虹吸滤池和重力式无阀滤池。另外，国内外目前应用的机械过滤池种类繁多，如各种快速机械过滤器、盘式（或网式）全自动过滤器和滤布过滤器等，这些过滤器均可用于氯碱废水深度处理的过滤单元中。经混凝沉淀（气浮）处理后的氯碱废水中的一些指标与GB/T 50335水源水质的主要指标有相近之处，滤池的技术要求可以参照GB/T 50335中的相关设计参数，实际工程中部分设计参数还要通过试验或类比同类工程确定。

#### b) 废水回用工艺

废水回用是个系统工程，由于氯碱企业用水环节多、用水量大、各环节用水水质标准差别显著，因此加强用水管理、合理提高水的循环利用率尤其重要。废水回用将排水和给水联系起来，能够实现水资源的良性循环，有利于促进氯碱企业的可持续发展。

废水回用应以本厂回用为主、厂外回用为辅，其理由是：有利于水量平衡；再生水用户容易接受；管理方便，出现问题，信息反馈和调整迅速；特征污染物影响较小，供水水质容易满足；输送管道工程量少，降低供水成本。

根据各氯碱企业对回用水质的不同要求，氯碱废水经二级处理后有两种回用处理工艺：一是对水质要求不高时采用消毒处理工艺后直接回用，常规消毒工艺包括二氧化氯、紫外线消毒等，根据氯碱工业生产的特点，本标准采用生产烧碱的副产品次氯酸钠作为消毒药剂，达到以废制废的目的。采用次氯酸钠消毒时，原液有效氯含量宜为4~7%，消毒接触时间应大于30min，设计应符合《次氯酸钠类消毒剂卫生质量技术规范》规定。二是对水质有脱盐要求时，可增加离子交换、超滤、反渗透等技术中的一种或几种组合。膜分离设计运行参数应符合HJ579-2010的规定，也可参照膜厂家手册选取。

由于有机废水水质成分较复杂，回用时应充分考虑水质对生产设施、管道和产品质量的影响。

#### 6.6.4.5 污泥处理与处置

##### a) 污泥量的确定

氯碱废水污泥主要包括无机和有机废水产生的物化污泥和剩余污泥以及含汞废水产生的含汞污泥，物化污泥主要是水中的SS与混凝药剂反应生成的絮体，因此这些污泥量可通

过物料和化学反应平衡计算确定。GB50014详尽规定了剩余污泥量的确定原则和计算方法，由于生物反应机理相同，具体设计可直接引用其计算公式（见下式1），但设计参数应参考同类工程确定。当缺乏资料时，常规情况可按以下数据进行污泥量估算：无机废水污泥产量可按 $0.1\sim 0.4\text{ kg DS/m}^3\text{H}_2\text{O}$ 设计，并按污泥产量为废水处理量的 $1.5\sim 2.0\%$ 校核。有机废水污泥产量可按 $0.2\sim 0.4\text{ kgDS/kgCOD}$ 设计，并按污泥产量为废水处理量的 $1.0\sim 2.0\%$ 校核。

$$cXaV\theta=\Delta X =V\cdot Xa/ qc \quad (1)$$

式中：V——生物反应池的容积， $\text{m}^3$ ；

Xa——生物反应池内混合液悬浮固体平均浓度， $\text{gMLSS/L}$ ；

qc——设计污泥泥龄，d；

$\Delta X$ ——剩余污泥量， $\text{kgSS/d}$ 。

#### b) 污泥处理

好氧生化处理后污泥含水率较高，为减少药剂投加量和后续处理工作量，一般需进行污泥浓缩，采用重力式污泥浓缩池时，污泥浓缩时间应通过试验确定或可以采用 $16\sim 24\text{h}$ 设计，浓缩后污泥含水率宜小于 $98\%$ 。

氯碱废水污泥脱水性能较差，为确保污泥脱水设施的稳定运行，应加药调理。无机凝聚剂不宜单独用于脱水机脱水前的污泥调理，原因是形成的絮体细小，重力脱水难于形成泥饼，压榨脱水时污泥颗粒漏网严重，固体回收率很低。有机高分子絮凝剂（如阳离子聚丙烯酰胺）形成的絮体粗大，适用于污泥机械脱水。阳离子型聚丙烯酰胺适用于处理带负电荷、胶体粒径小于 $0.1\mu\text{m}$ 的污泥。其絮凝原理一般认为是电荷中和与吸附架桥双重作用的结果。阳离子型聚丙烯酰胺还能与带负电的溶解物进行反应，生成不溶性盐，因此它还有除浊脱色作用。经它调理后的污泥滤液无色透明，泥水分离效果良好。聚丙烯酰胺与铝盐、铁盐联合使用，可以减少其用于中和电荷的量，从而降低药剂费用。但联合使用也增加了管道、泵、阀门、储药罐等设备，使一次性投资增加并使管理复杂化。

若污泥脱水性差，还可投加其它调理剂，如石灰等。污泥加药以后，应立即混合反应，进入脱水机，这样不仅有利于污泥的凝聚，还可以减小构筑物的容积。据调研，目前氯碱企业多采用厢式压滤机、带式脱水机和离心脱水机，均取得了较好的效果。污泥脱水机类型应根据污泥性质、污泥产量、脱水要求等，经技术经济比较后确定。脱水污泥含水率应小于 $80\%$ 。

其他污泥处理环节的处理原理与城市污水厂污泥处理相同，因此，本标准规定污泥处理工艺应参照GB50014中的相关要求，并根据氯碱废水污泥特性对污泥处理的相关工艺参数进

行适当的调整。

#### c) 污泥处置

含汞污泥属于危险废物，应单独处置，脱水后应按照国家有关危险废物转移联单管理办法的规定办理相应的手续，交由有资质的单位进行处理与处置。

电石渣浆采用自然沉降法经重力沉降分离、机械脱水，清液循环利用；电石废渣呈碱性，含有硫化物、磷化物等有毒有害物质。根据GB5085.3电石废渣属Ⅱ类一般工业固体废物；如采用填埋处置，应按HG20504规定采取防渗措施。

#### 6.6.4.6 臭气处理

a) 应有效控制恶臭污染源，工艺单元设计时应减少废水收集及处理系统臭气的产生和散发；通过臭气源隔断、防止腐败、设备清洗等措施，进行臭气源头控制，定期清理格栅、沉砂池、预沉池、调节池、水解池、污泥池等工艺单元中的浮渣，及时处置工艺过程中产生的栅渣、污泥等污染物；实时投加或喷洒化学除臭剂。

b) 采取密闭、局部隔离及负压抽吸等措施，集中收集工艺过程（格栅、沉砂池、预沉池、调节池、水解池、污泥池、污泥脱水机等）中产生的臭气；污水泵房、污泥脱水间、加药间等应设置通风或臭气收集设施，VCM、含汞废水挥发气体收集处理应符合GB16297的规定。

c) 采用离子除臭工艺前应对臭气进行过滤净化，宜控制进气湿度小于85%，温度小于65℃，放电电压小于3kV，离子产生量大于 $1.0 \times 10^6$ 个/cm<sup>3</sup>，臭氧浓度小于0.2mg/m<sup>3</sup>，臭气停留时间1.0~2.0s；采用生物滤池工艺时，填料孔隙率40~80%，填料有机质含量25~55%，填料厚度1.0~1.5m，反应温度15~35℃，湿度50~65%，液体投配率 $0.7 \sim 1.4 \text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ，臭气停留时间30~90s；采用化学洗涤工艺时，填料高度1.8~3.0m，液气比1.5~2.5，臭气停留时间1.5~3s，宜采用次氯酸钠、高锰酸钾、双氧水、氢氧化钠等洗涤液。

#### 6.7 主要工艺设备和材料

氯碱废水处理工程涉及的工艺设备较多，由于选用工艺不同，设备差别较大，各种设备均应满足国家相关标准的要求，同时安装中应充分考虑设备的备用，宜储备一定数量的易损部件。

氯碱废水中盐含量高，废水具有一定的腐蚀性，采用混凝沉淀或催化氧化工艺时，废水对处理设施的腐蚀性更大，因此，工程设计和日常运行管理中，应加强防腐措施。防腐蚀技术应符合国家现行标准的规定。

#### 6.8 检测

检测与过程控制是废水处理工程稳定运行、达标排放的必要控制手段。应结合氯碱废水的特点，按照不同的工艺系统和单元合理设置检测项目。检测项目与监测指标不同，其主要目的是了解和解决系统中存在的问题，为达到标准规定的监测指标服务。

### 6.9 过程控制

在及时获取检测指标的基础上，通过过程控制及时调整运行工况，解决系统存在的问题，并优化工艺运行参数，积累相关运行经验。应根据企业实际情况合理设置控制系统，一般宜采用集中管理和监视、分散控制的控制系统。

### 6.10 主要辅助工程

工程配套设施是氯碱废水处理工程的重要组成部分，是实现工艺目标的辅助手段。根据工艺要求，标准规定了配套的电气自动化控制、给排水和消防、采暖通风与空调、建筑与结构等方面的技术要求，规定了应该符合的相关标准和规范。

### 6.11 劳动安全与职业卫生

氯碱废水处理工程存在较多的敏感点，处理过程产生的污染物及有害物质会一定程度的影响操作人员的健康，标准要求严格贯彻执行国家现行劳动安全、职业卫生等方面相关标准。

### 6.12 施工及验收

工程施工及验收是废水处理工程建设的重要环节。本章规定了设计、施工单位的资质条件，施工的工作程序和管理，建筑、安装工程应遵守的技术规范、文件，使用的设备、材料、器件与国家相关标准和产品质量验证文件等的符合性要求。

标准强调与生产工程同步建设的废水处理设施应与生产工程同时验收，现有废水处理设施升级改造应单独进行验收。要求工程验收按竣工验收和环境保护验收分阶段进行。

### 6.13 运行与维护

运行达标是处理工程的目的，维护是保证系统长期正常运转的关键。

本标准在工程运营单位的资质、技术力量配置、上岗人员的技能培训、营运及关停的报批、运行目标、运行维护应达到的技术管理指标等方面进行了明确的规定。要求运行部门或单位应制定一系列操作规程和巡检制度，建立系统运行记录制度，明确应记录的主要内容，规定了记录格式、填写和管理要求。运行人员应按照制度履行好自己的职责，确保系统稳定运行。

本标准同时规定了建立突发性事故应急预案和突发事件的解决和上报要求。

为确保系统稳定可靠地运行，要求必须加强工程的管理和维护，本标准规定废水处理工程的维护保养应与全厂的维护保养计划统筹安排。

## 7 标准实施的环境效益与经济技术分析

### 7.1 标准实施的环境效益

氯碱化工行业分类较复杂，不同原料、产品的单位产品排水量及单位产品污染负荷区别较大，随着标准的日益严格，迫切需要整理、规范一些技术成熟、经济合理的废水处理技术，本标准的发布能够指导行业的水污染防治，有利于保证企业外排废水达到相关标准的要求，有利于改善环境效益，保持社会和谐发展。具体体现在以下三个方面：

第一，由于本标准对于氯碱工业废水处理规模的确定、处理工艺的选择、主要设计参数的选取和关键设备的选型等均作出了指导性的规定，因此，标准的实施在合理确定工程投资规模、最大程度发挥投资效益和控制运行成本等方面起到非常重要的作用；

第二，本标准为氯碱工业废水的达标排放提供了坚实的技术支撑，可有效地减轻环境污染；

第三，在具备条件的地方，氯碱工业废水的回用势在必行，法规、政策和标准将促进废水处理技术和回用技术的发展，氯碱废水的达标排放和回用，有利于保护生态环境，节约资源，发展循环经济。

### 7.2 技术经济分析

#### 7.2.1 可达性分析

本标准基于目前社会经济水平和科学技术水平，规定了氯碱工业废水处理工艺系统的一些关键内容，符合国家有关产业政策和污染防治工程技术政策等方面的要求。

本标准推荐的处理工艺均为成熟技术，有可靠的实践数据、工程案例做为基础，采用这些处理工艺，技术风险小，完全可以达到排放标准的要求。因此，本标准具有良好的技术可达性。

#### 7.2.2 经济可行性分析

氯碱工业废水随处理工艺和处理程度的不同，其工程投资和运行成本也有较大的差异，工程中应根据具体情况合理分析。

##### 7.2.2.1 工程投资分析

氯碱工业废水处理工程投资与拟选用的处理级别密切相关，当处理级别较低时，由于工艺流程短，工程投资不大。随着处理级别的提高，工程投资相应增大，表11为不同处理级别的工程投资指标统计分析值。

表11 氯碱工业废水处理工程投资估算指标

处理级别	投资指标 (元/m <sup>3</sup> 废水)	单位工程投资比例 (%)	备注
一级处理	1042~5370	8~57	出水需排往后续处理系统或其他污水处理厂进一步处理方可达标排放
二级处理	856~2315	7~43	出水达标,可直接排放或进行深度处理
深度(回用)处理	2000~10354	48~70	处理后的出水可用于生产回用
合计	4120~1422	100	投资指标包括污泥处理

在废水处理系统的投资构成中,污水处理的深度与工程投资成正比,其中回用处理系统投资最大。如当采用完整工艺,使污水能够回用于生产时,工程投资大幅增加,但该工艺能够有效削减污染负荷,且由于能够有效回收资源,经济和环境效益较好。

总体来说,氯碱工业废水处理工程的投资根据原料和产品种类的不同,约为4~10万元/t产品(烧碱、聚氯乙烯),占工程总投资的1.5~8%之间,在企业的可承受范围之内。

#### 7.2.2.2 运行成本分析

氯碱工业废水处理系统的运行成本可根据处理级别、具体工艺流程,按照各单元的污染物去除总量进行核算,具体指标详见表12。

表12 氯碱工业废水处理直接运行成本估算指标

处理级别	主要动力原材料消耗	费用 (元/m <sup>3</sup> 废水)	运行费用比 (%)	备注 (药剂种类)
一级处理	电耗、药剂	0.3~5.7	11~50	聚合氯化铝、亚硫酸氢钠、生石灰、硫酸亚铁等
二级处理	电耗、药剂	0.4~1.5	10~40	葡萄糖、复合肥、尿素、面粉、磷酸三钠、氯化铵
深度(回用)处理	电耗、药剂	1.5~4.5	30~75	阻垢剂、非氧化杀菌剂、亚硫酸氢钠
合计		2.8~9.6		

氯碱废水处理系统直接运行费用在2.8~9.6元/m<sup>3</sup>的范围内,影响运行成本的因素较多,其中一级处理采用自然沉降工艺时,直接成本主要集中在水泵提升的电耗上,与水质关系不大,运行成本较低,约0.3元/m<sup>3</sup>,采用混凝沉淀(气浮)时,药剂消耗是该单元主要的费用支出,根据投加药剂的不同约为1.0~5.7元/m<sup>3</sup>;对于二级处理,好氧曝气的电耗是主要的费用支出,约为1.0~1.5元/m<sup>3</sup>;深度处理成本与采用的处理工艺、选取的药剂和出水回用要求相关,采用超滤+反渗透工艺时,药剂消耗和水泵加压的电耗是该单元主要的费用支出,运行成本约为1.5~4.5元/m<sup>3</sup>。

系统处理出水要求决定了该工艺的处理成本,出水要求回用于生产,处理成本高;如出水只需达到当地的排放要求则处理成本较低。随着清洁生产要求的提高,处理程度的要求和

回用比例将进一步提高，运行成本也会相应增加，但该费用在企业的可承担范围之内。

## 8 标准实施建议

本标准为首次制订，由于氯碱工业废水的处理技术将随着环保管理要求而不断发展与创新，新技术不断应用，因此，本标准中的相关技术内容会发生相应的变化，技术要求也应随之进行调整。因此，建议在本标准实施过程中，广泛听取和收集各方面的意见与建议，根据实际应用情况，对本标准进行不断地修订与完善，使其实用性和可操作性与时俱进，不断满足环境管理的需要。